

25X1

Page Denied

Next 3 Page(s) In Document Denied

"Problemy projektowania i zastosowania oszczędnościowych
~~problemy projektowania i zastosowania oszczędnościowych~~
~~dźwigarów sprężonych~~" 25X1
 dźwigarów sprężonych"

1. Istota dźwigarów oszczędnościowych na tle pracy dźwigarów pełnościennych.

Powszechnie stosowane w budownictwie pełnościenne /nieodrąbane/ belki i dźwigary sprężone, zwłaszcza prefabrykowane, cechuje niewykorzystanie cech wytrzymałościowych materiału. Rozpatrzmy dowolny zginany przekrój. W fazie użytkowania przekrój taki pracuje sprężysto i każde obciążenie wywołuje w nim naprężenia /por. rys.1/ o wykresie trójkątnym. Jak widać z wykresu największe naprężenia - dopuszczalne - podczas obciążenia użytkowego występują tylko we włóknaach skrajnych. W środku, na osi obojętnej naprężenia są równe zeru. Średnie więc w dowolnym pełnościennym przekroju zginanym wykorzystuje się połowę wytrzymałości materiału /betonu/. Pełną wytrzymałość materiału można wykorzystać w przekroju pracującym na z ściskanie osiowe, nie narażonym na wyboczenie.

Rys.1.

W pełnościennych belkach, prefabrykowanych z uwzględnieniem względów wywołuje się sprężenie o wykresie trójkątnym.

Graficzne sumowanie wykresów naprężeń od sprężenia i od obciążenia użytkowego wykazuje, że w przekrojach pełnościennych wykorzystuje się łaledwie część sprężenia /rys.2/. W przekrojach asymetrycznych część ta stanowi połowę sprężenia. A więc w pełnościennych przekrojach elementów zginanych wykorzystuje się połowę sbrojenia sprężającego.

Rys.2.

Ogólnie więc analiza pracy zginanych elementów sprężonych w fazie użytkowania a więc zazwyczaj w fazie odkształceń liniowych wykazuje niewykorzystanie pełnej wytrzymałości zużywanego betonu i stali sprężającej.

Podobne niewykorzystanie wytrzymałości zużytego betonu i stali^{25X1} sprężającej wykazuje analiza pracy przekroju w fazie odkształceń plastycznych a w szczególności w chwili nośności granicznej. Można przyjąć za podstawę prostokątny wykres naprężeń w chwili zniszczenia w strefie ściskanej przekroju. Jak wiemy wysokość strefy ściskanej betonu w chwili zniszczenia jest mniejsza od połowy wysokości przekroju /wynik^{to} z warunku $S_p < 0,75 S_0$, gdzie S_p - moment statyczny części ściskanej przekroju - oraz S_0 - moment statyczny całego przekroju względem środka ciężkości sbrojenia/ a więc dla zapewnienia śądanej nośności

Dla zapewnienia trójkątnego wykresu naprężeń stal sprężającą sytuujemy tak aby jej środek ciężkości znajdował się na dolnej krawędzi rdzenia. Żadana nośność przekroju można uzyskać obniżając położenie stali sprężającej, a więc i zmniejszając zużycie stali oraz dodatkowo nieznacznie i betonu.

Przytoczona analiza odnosi się do decydującego przekroju w elemencie zginanym położonego w miejscu występowania momentu maksymalnego. Względny praktyczne uniemożliwiają w praktyce wykonywanie belek /dźwigarów/ sprężonych o zmiennym momencie bezwładności, dostosowanym swą zmiennością do wykresu momentu zginającego. Najczęściej mamy do czynienia z belkami, w których dobiera się przekrój w jednym punkcie / a co najwyżej w kilku punktach / gdzie występuje moment maksymalny, w pozostałych punktach przekroje belki są niewykorzystane, co dodatkowo zwiększa stopień niewykorzystania materiałów. Głównie na podstawie przytoczonych rozważań opracowano nowy typ konstrukcji nazwany w naszej praktyce "dźwigarem oszczędnościowym", który zapewnia maksymalne /pełne/ wykorzystanie wytrzymałości zużytych materiałów, a co za tym idzie przynosi znaczne oszczędności /średnio 50%/betonu i stali sprężającej w porównaniu z dotychczas stosowanymi w budownictwie dźwigarami sprężonymi pełnościennymi. Dźwigary te od 4-ech lat znajdują powszechne zastosowanie w budownictwie polskim a ostatnio można spotkać publikacje o zastosowaniu podobnych dźwigarów zagranicą / w szczególności w Jugosławii a także w Belgii i ostatnio w ZSRR/.

Opracowanie dźwigarów oszczędnościowych było związane z badaniami naukowymi i rozwiązaniem szeregu problemów statycznych i technologicznych, które są omówione w kilku publikacjach zamieszczonych w miesięczniku Inż. i Bud. i Bud.Przem. oraz szerzej w znajdującej się w druku książce autora "Prefabrykowane betonowe dźwigary sprężone" /wyd.Bud.i Arch. Warszawa 1956r./.

W niniejszej publikacji omówimy pokrótce ogólną istotę dźwigarów oszczędnościowych, niektóre charakterystyczne problemy statyczne i realizacji oraz szerzej nowe badania i zastosowania dźwigarów składanych dla większych rozpiętości.

Ogólny schemat dźwigara oszczędnościowego na tle dźwigara pełnościennego dla przypadku belki swobodnie podpartej obciążonej równomiernie przedstawia rys.3. Zawiaszt dźwigara pełnościennego, dźwigar oszczędnościowy składa się z pasa górnego - zakrzywionego wg krzywej parabolicznej a więc wg krzywej podobnej do wykresu momentów od obciążenia, pasa dolnego - prostoliniowego, w którym występują siły ciągnące sprężające /kable/ oraz słupki łączące oba pasy

Rys.3.

Przekrój betonu pasa górnego przyjęty jest głównie z warunku przeniesienia siły ściskającej osiowo podobnie jak przekrój cięgien pasa dolnego - z warunku przeniesienia siły rozciągającej, równej, ściskającej.

Pas górny, może być zaprojektowany jako współpracujący z nadbetonem lub elementami pokrycia później włączonymi do współpracy, wtedy jego przekrój może być znacznie zmniejszony i przyjmowany głównie z warunków montażowych.

Przekrój betonu pasa dolnego przyjmowany jest z warunku przeniesienia wstępnej siły naciągowej w cięgnach /z warunku przeniesienia sprężenia/.

Przy zastosowaniu sprężenia stopniowanego, wykonywanego etapami równocześnie z obciążeniem konstrukcji przekrój pasa dolnego może być zmniejszony. Gdyby siłę rozciągającą w pasie dolnym przenieść przy pomocy stali zwozajnej, której wykorzystanie jest możliwe przy małych wydłużeniach cięgna, wtedy dźwiger oszczędnościowy upodobniłby się do płaskiego łuku ze ściągłem, w którym ściąg nie musi być obetonowany.

Istotą dźwigara oszczędnościowego jest jego kształt dostosowany do wykresu momentów, który zapewnia obciążenie jego pasów ściągającą siłą osiową stałą /przy nieznacznej wyniosłości/, na całej długości dźwigara a więc w sposób umożliwiający maksymalne wykorzystanie wytrzymałości materiałów.

Dźwiger oszczędnościowy, zamiast pełnościennego, może być zastosowany dla różnych schematów obciążenia, przyczym zakrzywiony może być zarówno pas górny jak i pas dolny. Kilka przykładowych schematów dźwigarów oszczędnościowych przyjętych do realizacji bądź zrealizowanych przedstawiono na rys.4.

Rys.4.

2. Charakterystyczne problemy statyczne dźwigarów oszczędnościowych.

Na podstawie badań ustalono, że dla dźwigara oszczędnościowego może być przyjęty uproszczony schemat obliczeniowy płaskiego dwuprzegubowego łuku ze sztywnym ściągłem, w którym szypki są nieodkształcalne i połączone przegubowo z obu pasami. Projektowanie i wymiarowanie dźwigara jest bardzo uproszczone i sprowadza się jedynie do określenia kształtu na podstawie wykresu momentów od maksymalnego obciążenia użytkowego oraz dobrania przekrojów pasów jako elementów narażonych na osiowe ściskanie lub rozciąganie, a to z warunku nieprzekroczenia naprężeń dopuszczalnych i zapewnienia wymaganych współczynników pewności.

Dźwiger oszczędnościowy będzie posiadał kształt łukowej linii

snurowej w przypadku obciążenia siłami skupionymi lub linii parabolicznej w przypadku obciążenia ciągłego. Każde obciążenie, które powoduje wystąpienie momentów o wykresie podobnym do kształtu dźwigara wywołuje jedynie siły osiowe w pasach - ściskającą i rozciągającą oraz nie wywołuje żadnych sił w słupkach. Jak już wspomnieliśmy dla małej wyniosłości dźwigara $\frac{f}{l} \leq \frac{1}{15}$ 1/ można przyjąć, że siła osiowa w obu pasach jest stała na całej długości, a więc przekroje pasów będą stałe także na całej długości.

Nie ma uzasadnienia dla dźwigarów oszczędnościowych sprawdzanie naprężeń głównych i ścinających.

Niezależnie od maksymalnego obciążenia, dla którego został dobrany kształt dźwigara w praktyce występują obciążenia przejściowe np. w czasie transportu montażu, obciążenia szlennego/ powodujące występowanie momentów niezgodnych z kształtem dźwigara a więc wywołujące dodatkowe momenty zginające w pasach dźwigara, oraz siły w słupkach.

Ustalono, że momenty dodatkowe od obciążenia nieodpowiadającego kształtowi dźwigara mogą być obliczone jak dla belki ze ściąganiem oraz rozłożone na oba pasy proporcjonalnie do ich momentów bezwładności. W takich przypadkach pasy dźwigara należy rozpatrywać jako obciążone mimośrodowo. Znaczne momenty dodatkowe mogą spowodować konieczność dodatkowego zbrojenia pasów lub zwiększenia ich przekrojów co nie wpływa na ekonomię dźwigarów oszczędnościowych. W wielu takich przypadkach będzie celowe zastosowanie zamiast słupków pionowych - krzyżulców, które łącznie z pasami dźwigara utworzą schemat kratownicy. O ile obciążenie będzie przyłożone jedynie w węzłach kratownicy, oraz dźwigar posiada kształt linii snurowej, wtedy w każdym przypadku obciążenia w elementach kratownicy /o ile w dalszym ciągu krzyżulce połączone są z pasami przegubowo/

Występują jedynie siły osiowe. Przy obciążeniu równomiernym w pasie obciążonym dźwigara o kształcie linii snurowej wystąpią dodatkowe momenty zginające jak dla belki ciągłej o podpórach w węzłach. Wielkość tych momentów może być zmniejszana przez zagęszczenie węzłów, jednakże zbytne zagęszczenie węzłów może być także nieekonomiczne ze względu na zwiększoną i 25X1 krzyżulców a więc i wagę dźwigara.

W dźwigarze oszczędnościowym skratowanym obciążonym tak, że wykres momentów jest zgodny z kształtem dźwigara siły w krzyżulcach, podobnie jak poprzednio w słupkach, nie występują.

Ogólnie zastosowanie krzywizn szkieletów pionowych, ^{25X1} uszczelnienie dla dźwigarów o dużej rozpiętości /ze względu na montażowe i transportowe/ oraz dla dźwigarów o znacznym obciążeniu szkieletowym. O ile konstrukcja przeznaczona jest dla znacznego obciążenia stałego w stosunku do nieznanego szkieletowego wytkowego /do konstrukcji takich można zaliczyć np. siłki przekrycia budynków/ wtedy dla wyeliminowania niekorzystnego obciążenia dźwigara ze słupkami pionowymi, które może wystąpić podczas podnoszenia należy zastosować zwiększoną ilość uchwyty i ewentualne urządzenia wagowe, jak to stosowano w praktyce.

Zasada rozkładania momentów od obciążenia niezgodnego z kształtem dźwigara na oba pasy dźwigara proporcjonalnie do ich momentów bezwładności może być stosowana jedynie w granicach obciążenia dopuszczalnego, nie powodującego odkształceń plastycznych w pasach a szczególnie w pasie rozciągany /sprężonym/. W fazie odkształceń plastycznych kiedy pas rozciągany ulegnie spękanu, dźwigar zacznie zachowywać się jak zwyczajny łuk ze ściąganiem i całe momenty od obciążeń niezgodnych z kształtem dźwigara będą przeniesione przez pas ściągany.

Na podstawie dokładnych obliczeń metodą sił dla przyjętego schematu dźwigara ustalono, że dowolny moment od obciążenia nie odpowiadającego schematowi dźwigara w fazie jego pracy sprężystej, rozkłada się proporcjonalnie do momentów bezwładności na oba pasy /por. plansza 1/.

Wyprowadzono wzór dla obliczenia wielkości statycznie niewymiarowej H_x dźwigara od sprężenia /por. plansza 2/. Wielkość ta jest jak widać dla praktycznych wymiarów bardzo nieznaczna i wpływ jej może być pomijany, tym bardziej że maleje wraz z nanoszeniem obciążenia.

Dla przyjętego uproszczonego schematu dźwigara i obciążenia zgodnego ze schematem wyprowadzono wzór dla obliczenia ugięć, który posiada postać podaną na planszy 3.

Przy dźwigarach oszczędnościowych, o znacznej rozpiętości kiedy przekroje pasów są nieznaczne, następują trudności w zapewnieniu dostatecznej sztywności dźwigarów w ich płaszczyźnie na osi montażu. Trudności te potęgują się o ile przewiduje się uwzględnienie współpracy nadbetonu lub elementów pokrycia ^{25X1} stosuje się sprężenie stopniowane. W takich przypadkach należy stosować przekroje pasów zapewniające maksymalne sztywności w płaszczyźnie dźwigara przy równoczesnej małej powierzchni a więc o kształcie leżących ceowników lub dwuteowników usztywniających

Przy uwzględnieniu współpracy z pasem górnym nadbetonu lub element^{25X1}ów pokrycia później układanego na dźwigarach szczególnej uwagi wymaga połączenie dźwigara z tymi elementami. Dla zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa należy przewidzieć na końcach dźwigarów odpowiednie połączenie /np. przy pomocy strzemion lub odpowiednich głowic/, z pasem dolnym - ściąganiem - zdolne przenieść siłę równą, przewidzianej dla nadbetonu i elementów współpracujących

3. Praktyczne zastosowania i badania dźwigarów oszczędnościowych.

3.1. Pierwsze realizacje. Typizacja dźwigarów oszczędnościowych.

Opracowanie dźwigarów oszczędnościowych zostało podjęte w 1953r. w Biurze Studiów i Projektów Typowych Budownictwa Przemysłowego. Pierwsze badania wytrzymałościowe i realizacje dźwigarów na obiektach przemysłowych zostały przeprowadzone w początkach 1954r.

Rys.5-8

Realizacje te zostały częściowo opisane w przytoczonych publikacjach. Były to dźwigary o rozpiętości 21m dla hal przemysłowych a później dźwigary wspornikowe o rozpiętości ^{przestrzeń} 9m i wysięgu wspornika 12m dla trybun Sztucznego Lodowiska w Warszawie. Zadawalające wyniki pierwszych realizacji były podstawą do opracowania typowych dźwigarów oszczędnościowych o rozpiętości 15, 18, 21, 24 i 30m. dla hal przemysłowych.²

Zestawienie cech charakterystycznych dźwigarów typowych przedstawiono w tabl.1. Dźwigary typowe znalazły zastosowanie praktyczne na wielu budynkach przemysłowych. Dla tych dźwigarów były przyjęte jednolite założenia projektowe a w szczególności.

- a/ rozpiętość 1 modułowa przy module 3m.
- b/ długość całkowita zmniejszona o 4cm dla umożliwienia wykonywania modułowych wielonawowych.
- c/ wysokość /wyniosłość/ dźwigara $f = \frac{1}{15} l$,
- d/ szerokość pasa ściśniętego dla zapewnienia dostatecznej sztywności $b = \frac{1}{60} l$,
- e/ wykonanie z betonu marki 400 oraz sprzężenie stalą II gat o $R_z = 150 \text{ kg/mm}^2$ lub I gat o $R_z = 165 \text{ kg/mm}^2$.
- f/ uwzględnienie współpracy nadbetonu marki 200 o przekroju 13x30cm
- g/ pokrycie typowe o rozpiętości 6 m - płytami żebrowymi 1,5x6 lub rusztami i płytami.

3.2. Dźwigary składane z segmentów.

Charakterystyczne dla pierwszych dźwigarów oszczędnościowych^{25X1}ich wykonywanie w całości w jednej formie, co związane było z

wieloma trudnościami a w szczególności:

25X1

- a/ konieczność wykonywania dźwigarów bezpośrednio na placach budów a więc przygotowanie twardego placu produkcyjnego transportu form i urządzeń produkcyjnych, delegacje wykwalifikowanych brygad.
- b/ długi okres betonowania całego dźwigara trudność dobrego zagęszczenia, utrudnione roboty zbrojarskie, skomplikowana forma.

Rys.9.

Trudności te stopniowo eliminowano. Początkowo zastosowano do wszystkich dźwigarów prefabrykowane słupki, które wstawiono do form łącznie z prefabrykowanym zbrojeniem pasów, wreszcie opracowano i zbadano nowe typy dźwigarów składanych z segmentów. Segmenty takie wykonuje się w Zakładach Betoniarskich i Żelbetowych i jako gotowe przewozi na place budów gdzie jedynie składa się w dźwigary i spręża. Istnieje wiele możliwości połączenia dźwigarów ze segmentami. Na rys.9 pokazano kilka przykładowych schematów dźwigarów z segmentów które znalazły już praktyczne zastosowanie i w większości zostały zrealizowane.

W wyniku zadawalających doświadczeń wszystkie dotychczas stosowane typowe dźwigary oszczędnościowe zostały zamienione na składane z segmentów /wg schematu 9a/ oraz jako segmentowe opracowuje się wszystkie nowe dźwigary indywidualne.

Rys.10.

W trakcie realizacji opracowano i zbadano kilka rodzajów połączeń - stykowania - poszczególnych segmentów. A mianowicie stosowane połączenia zalewane na mokro oraz połączenia nowego typu, polegające na dosunięciu segmentu na odległość 1-3cm i zalaniu styku rzadką zaprawą cementową. Ostatnie połączenie okazało się w praktyce najbardziej wygodne. Połączenie to stosowane jest obecnie najszerzej zarówno dla pasa sprężanego, przyczem sprężenie wprowadza się zazwyczaj następnego dnia po zalaniu, jak i dla pasa ściśkanego. Ze względów montażowych styki pasa ściśkanego wzmacniane są dodatkowo przy pomocy spawania kątowników zabetonowanych wraz z kotwami w narożach elementów stykowych. Spawanie zapewnia możliwość pracy styku na rozciąganie w chwili podnoszenia dźwigara i obciążenia montażowego. Wykonywanie dźwigarów z segmentów zamiast monolitycznych jak wykonywano dotychczas posiada szereg zalet a w szczególności:

- a/ sprowadza zasadnicze procesy produkcyjne wpływające na jakość betonu, /formowanie, betonowanie, zagęszczenie i dojrzewanie/

- b/ ogranicza procesy na budowie wykonywane przez specjalistów jedynie do składania, sprężania i ochrony kabli. 25X1
- c/ uniezależnia od warunków atmosferycznych.
- d/ w większości przypadków obniża koszt dźwigarów oszczędnościowych o 20 do 25%.

Rys.11.

Na wyróżnienie zasługuje zastosowanie schematu dźwigarów oszczędnościowych składanych z segmentów do produkcji słupów i masztów. Na rys. 11 przedstawiono schemat słupa telefonicznego opracowanego w Katedrze Budownictwa Żelbetowego Wydziału Budownictwa Przemysłowego Politechniki Warszawskiej, znajdującego się w realizacji i badaniach. Słup składa się z dwóch desek strumebetonowych połączonych przewiązkami z betonu zwyczajnego / z desek wypuszczonego strzemiona/. Deski ustawiono w sposób zapewniający ich osiowe obciążenie tak że przewiązki spełniają jedynie rolę łączników nie obciążonych momentami. W ten sposób można było opracować słupy, które przenoszą duże obciążenie i posiadają nieznaczny ciężar własny. Charakterystykę słupów podaje tabl.2.

~~Tabl.2.~~

Rys.12

Na rys.12 pokazano schemat masztu dekoracyjnego o wysokości 60 m /projekt koncepcyjny - wyróżniona praca konkursowa Nr.23 na Pawilon Polski na Międzynarodową Wystawę w Brukseli w 1958r./ wykonanego z jednakowych segmentów składowych łączonych kablami. Ze względu na równomierne obciążenie od wiatru maszt posiada schemat paraboliczny.

3.3. Dźwigary oszczędnościowe o dużej rozpiętości

Realizacja i rodzaj konstrukcji o dużej rozpiętości jest uzależniony od stojących do dyspozycji materiałów i urządzeń, a głównie urządzeń montażowych. Biorąc pod uwagę deficytowość stali do realizacji konstrukcji o dużej rozpiętości szczególnie nadaje się beton sprężony. Deficytowość drewna narzuca konieczność wykonywania tych konstrukcji systemem prefabrykacji. Wraz ze wzrostem rozpiętości konstrukcji wzrasta znacznie ciężar prefabrykatów, a więc wymagane są urządzenia dźwigowe o większym zasięgu i dużym udźwigu. Ilość takich dźwigów jest więc niedostateczna a ich koszt demontażu transportu i eksploatacji jest bardzo wysoki.

Sytuacja taka narzuca konieczność poszukiwania nowych rozwiązań, umożliwiających w jak największym stopniu zredukowanie ciężaru prefabrykatów i wyeliminowanie konieczności stosowania ciężkich i uciążliwych urządzeń dźwigowych. 25X1

Antar opracował nowy typ przekrój o dużej rozpiętości 36-60m

całkowicie prefabrykowanego opartego na dźwigarnie oszczędności-
wym składanym z segmentów które może być montowane bez użycia ^{25X1}
ciężkiego dźwigu. Przekroje te charakteryzujemy na tle projekt-
hangaru o rozp. 42m zaprojektowanego ostatnio dla Zarządu Linii
Cywilnych na Okęcie w Warszawie. Konstrukcja przekroja składa
się z płyt żupinowych 1,5x5,5x0,3 oszczędnościowego dźwigara
kablebetonowego i słupów bliźniaczych. Schemat konstrukcji poka-
zano na rys.13.

Rys.13

Zastosowanie płyt żupinowych zamiast dotychczas stosowanych płyt
żebrowych zmniejsza ciężar pokrycia o 30 kg/m², /ciężar płyt
żebrowych - 130 kg/m² zaś płyt żupinowych - 100 kg/m²/. Wykonanie
płyt przewidziano w matrycach betonowych. Przyjęto, że płyty po
zmontowaniu i zalaniu nadbetonu połączeniowego będą pracowały
na ściskanie jako część składowa pasa górnego dźwigara tworząc
sklepienie powierzchniowe. Na tej zasadzie w żebrach podłużnych
przyjęto zbrojenie jedynie z warunku montażowego - dla przeniesie-
nia ciężaru własnego. W ten sposób obniżono zużycie stali zbroje-
niewej do 2,5 kg/m² w stosunku do 5,5 kg/m² zużywanej w płytach
żebrowych. Płyty dostosowane są do rozstawu dźwigarów co 6 m.
Dla większych rozpiętości celowe będzie zastosowanie rozstawu
co 9 i co 12m oraz płyt o większej szerokości /3m/. Dźwigary
kablebetone zaprojektowano, przyjmując przekroje obu pasów z
warunku przeniesienia obciążenia montażowego - ciężaru własnego
samych dźwigarów, płyt żupinowych i nadbetonu.

Z tego samego warunku przewidziano sprzężenie na dole przed podnie-
sieniem jedynie części kabli. Część kabli zostanie sprzężona po
stwardnieniu nadbetonu a przed ułożeniem ocieplenia z płyt spłós-
nionych i pokrycia papą.

Dźwigar składa się z typowych segmentów o przekroju ceowym dla
obu pasów oraz o profilu drabin - dla krzyżulców. Segmenty pasów
łączone są przez spawanie i zalewanie styków o szerokości 1-3cm.
Krzyżulce są szersze tak, że obejmują oba pasy /o jednakowej
szerokości równej 60cm/ i są z nimi połączone przez spawanie
okutych krawędzi. Kable prowadzone są nazewnątrz przekroju pasa
/por. rys.14/ i chronione przed korozją zaprawą ułożoną dopiero
po przeniesieniu dźwigarów i ukończeniu montażu. Dla odpowiednie-
go prowadzenia kabli przepony prefabrykowanych odcinków pasa
dolnego zaopatrzone w odpowiednio rozmieszczone otwory. ^{25X1}

Rys.14

Składanie dźwigarów przewidziano w pozycji stojącej między
uprzednio ustawionymi i usztywnionymi słupami bliźniaczymi. Łącz-
ny ciężar dźwigara około 12 ton (około 430 kg/m²). Dla podnoszenia

dźwigarów na słupach bliźniaczych ustania się odpowiednie szlota montażowe. Podnoszenie przeprowadza się równocześnie z obu ^{25X1} dźwigarkami ciernymi przy wykorzystaniu ^{blizniaczy} szupów podporowych jako prowadnic montażowych. Po podniesieniu dźwigarów na odpowiednią wysokość, przez otwory w słupach przesuwają się belki operowe i przenosi szlota montażowe na następne stanowisko. Najcięższym prefabrykatem, który należy zmontować dźwigiem jest słup bliźniaczy, którego ciężar ze względu na otwory poprzeczne nie przekracza 3 t. Schemat podnoszenia dźwigarów przedstawiono na rys.15. W tablicy 2 zestawiono wskazówki techniczne ekonomiczne opisanego przekrycia. Cechą charakterystyczną opisanego przekrycia jest tworzenie dźwigara sklepieniowego z cienkościennych prefabrykatów żupinowych oraz montowanie ich na prefabrykowanym dźwigarze oszczędnościowym, będącym później przeponą sklepienia i przenoszącym momenty i rozpór.

Rys.15
tabl.2

3.4. Badania wytrzymałościowe dźwigarów oszczędnościowych.

Realizację nowych typów dźwigarów oszczędnościowych były poprzedzone badaniami wytrzymałościowymi.

Badania przeprowadzono na dźwigarach w skali naturalnej wybieranych z normalnej produkcji. Dla każdego typu badano równocześnie 2 dźwigary zmontowane na specjalnych fundamentach i przykryte elementami /naogół rusztami prefabrykowanymi/ zapewniającymi warunki najbardziej podobne do przewidzianych na budowie. Zasadnicze badanie wytrzymałościowe polegało na próbnym obciążeniu dźwigarów i określeniu obciążenia powodującego chwilę zjawienia się rys, oraz zniszczenia a także na pomiarze odkształceń dźwigarów. Wyniki każdego badania zostały opracowane naukowo w odrębnych sprawozdaniach. Opis niektórych badań i uzyskanych wyników omówiono w wymienionych publikacjach. W niniejszym opracowaniu ograniczymy się jedynie do tabelarycznego zestawienia wyników badania 5-ciu typów dźwigarów całkowicie ukończonych, nadmienając że badanie dalszych trzech typów dźwigarów znajduje się w realizacji. W tablicy 3 podano w procentach stopień przekroczenia rzeczywistego /powierzonego w czasie badania/ obciążenia rysującego i niszczonego oraz ugięcia ^{odkształceń} stosunku do obciążonych dla rzeczywistych warunków w chwili badania /z uwzględnieniem rzeczywistych wymiarów i wytrzymałości sprawdzonych na próbkach - świadkach/. Obliczenie przeprowadzono wg podanych poprzednio zasad. Badanie wykazuje bardzo wysoką zgodność obliczeń z rzeczywistymi wynikami uzyskanymi podczas badania. Zgodność ta dla pięciu typów dźwigarów /dla

tybl.3

10 sztuk/ waha się średnio w granicach $\pm 8\%$ przy czym dla współczynnika pewności rozbieżność wyników waha się w granicach $\pm 3\%$ do $\pm 5\%$. Wyniki badań wskazują więc na słuszność przyjętych zasad obliczeniowych i możliwość ich uproszczenia w sposób poprzednio opisany. Wysoka zgodność wyników badania z obliczeniami wskazuje na konieczność dokładnego projektowania dźwigarów - z uwzględnieniem^{25X1} wszystkich możliwych przypadków obciążeń oraz na konieczność idealnie dobrego wykonawstwa - z zagwarantowaniem dokładności wymiarów i żądanych wytrzymałości. *H*

25X1

25X1

Spis publikacji autora omawiających poruszone problemy

25X1

1. "Wyroby prefabrykowane w konstrukcjach sprężonych kablami".--
opracowanie wspólne z mgr inż. J. Zielińskim na Sesję Materiałową
PAN - Inż. i Bud. 12/1953.
2. "Nowe zastosowanie konstrukcji sprężonych w budownictwie przemysł-
nym"- Bud. Przem. 6/1954r.
3. "Konstrukcje sprężona trybun sztucznego lodowiska w Warszawie"-
oprac. wsp. z mgr inż. St. Kusiem - Inż. i Bud. 1/1955.
4. "Badanie dźwigarów kablobetonowych dla pokrycia trybun sztucznego
lodowiska w Warszawie"- oprac. wsp. z inż. inż. F. Jerosem i St. Ku-
siem. - Inż. i Bud. 1/1955.
5. "Badanie dźwigarów oszczędnościowych o rozp. 30m składanych z seg-
mentów" - oprac. wspólne z inż. inż. A. Pruskowskim i A. Włodars - Inż.
i Bud. 7/1956.
6. "Badanie dźwigarów oszczędnościowych o rozp. 24m składanych z seg-
mentów"- oprac. wspólne z inż. F. Jerosem - Inż. i Bud. w przygotowa-
niu.
7. "Prefabrykowane ^{betonowe} dźwigary sprężone" - wyd. Bud. i Arch. W-wa 1956r.-

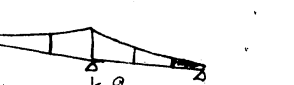
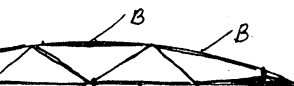
2834/SG
1+3

25X1

Tablica Nr 2Zestawienie wskaźników techniczno-ekonomicznych
przekrycia hangaru o rozp. 42 m

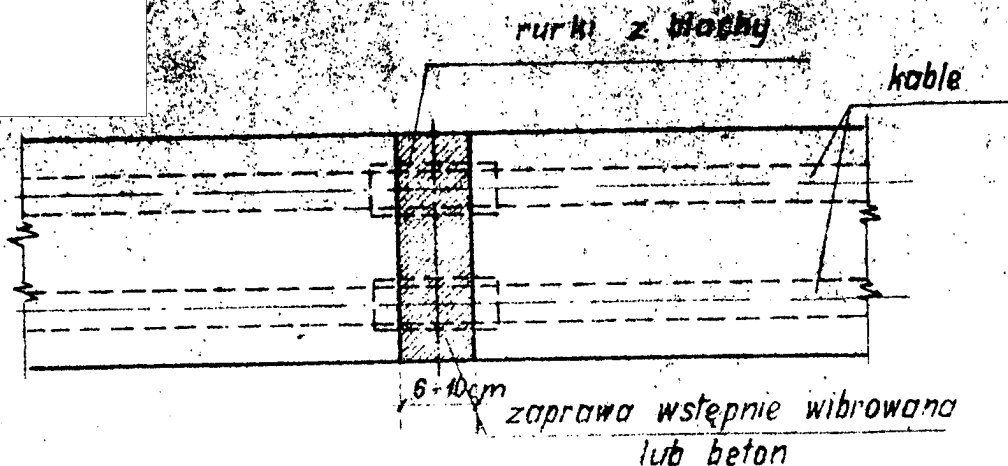
Lp.	Nazwa elementu	wymiar gabarytowe w cm.	Ciężar l-go elementu w kg.	Zużycie materiałów na 1 m ² powierzchni					
				beton w cm		stal w kg			
				marki 140-200	marki 400-500	razem Q = 2300 at	R = 45000		Razem
1	Płyty łupinowe	149x560x50	840	3,80	-	3,80	2,50	-	2,50
2	Dźwigar kablobetonowy	300 x 4200 x 60	18000	-	2,90	2,90	2,50	3,00	5,50
3	Nadbeton i torkret na dźwigarze	-	-	1,10	-	1,10	0,25	0,25	0,25
	/średnio/			4,90	2,90	7,80	5,25	3,00	8,25

5. Zestawienie wyników badania *dzwigarów przemieszczających* (dla każdego typu badano 2 dźwigary równocześnie)

Typ dźwigara	Cechy charakterystyczne	Czas badania	Przekroczenie wartości obliczonej w procentach			Uwagi
			moment niszczący	moment zjawienia się rys	ugięcie w środku rozpiętości podcięż. obciąż. maksymalnego	
	Dźwigar wykonany w całości (jako monolityczny) na budowie w Ożimku ciężar dźwigara 6,2t	VI-1954	—	0%	+ 17%	+ przekroczenie - zanizenie
	Dźwigar wspornikowy monolityczny zastosowany dla przykrycia trybun Torwaru ciężar dźwig. 4,5t	1954	0%	0,5%	—	ugięcie końca wspornika
	Dźwigar monolityczny wykonany na placu budowy zastosowany do przykrycia FMŻ w Poznaniu	IV-1955	-5,0%	68%	—	
	Dźwigar składany z segmentów - 2-eh trójkątów (A), 8-eh odcinków pasa górnego (B) oraz 2-eh odcinków podporowych (C). zastosowanie dla Cementowni "Odra"	VIII-1955	+ 7%	- 2%	+ 6,7%	
	Typowy dźwigar składany z dwóch typów segmentów - trapezowych i trójkątnych	X-1955	4%	8%	+ 3,0%	
Średnia dla wszystkich dźwigarów			1,5%	2,66%	9,0%	

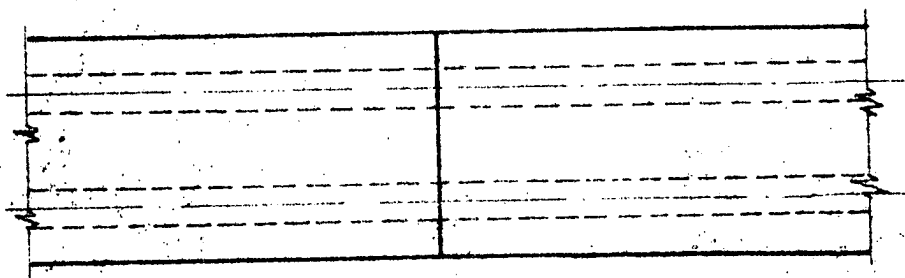
2. SEGMENTÓW

1. STYK ŁANY.

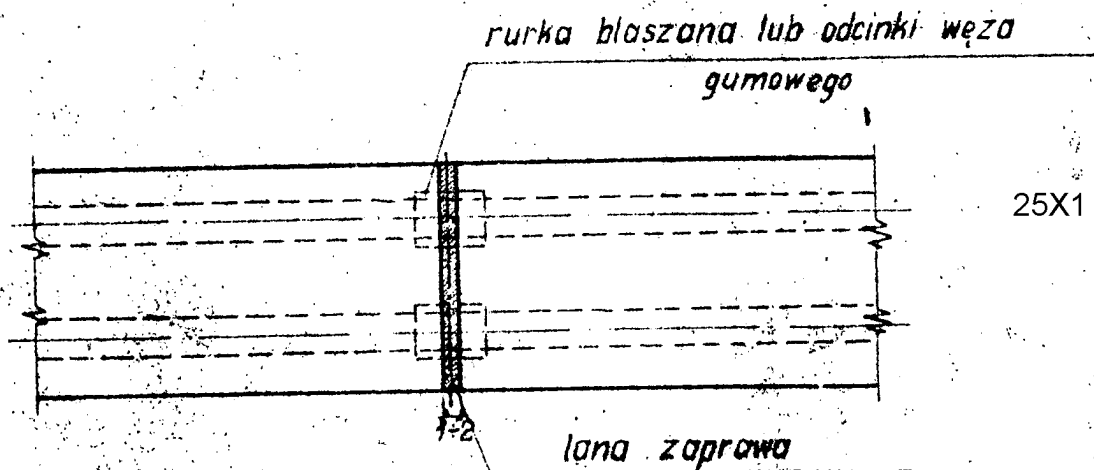


25X1

2. STYK SUCHY /DOSZLIFOWANIE ELEMENTÓW/

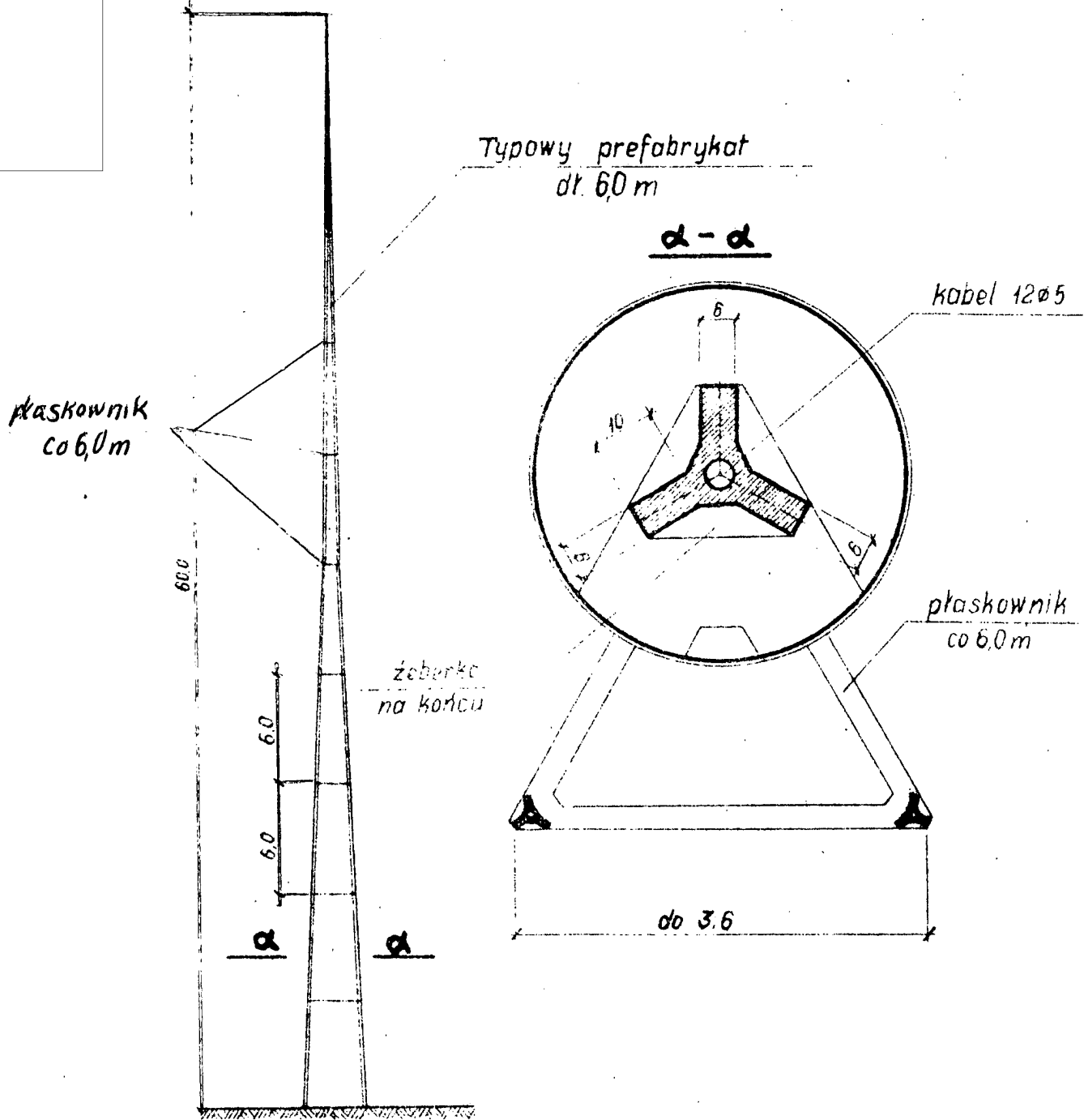


3. STYK BRYGADY ROBOT.- INŻ. W STRZYBNICY.

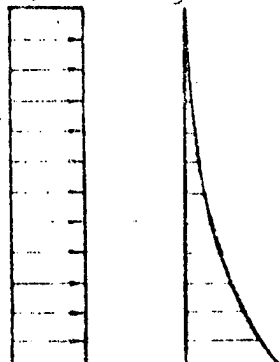


25X1

25X1



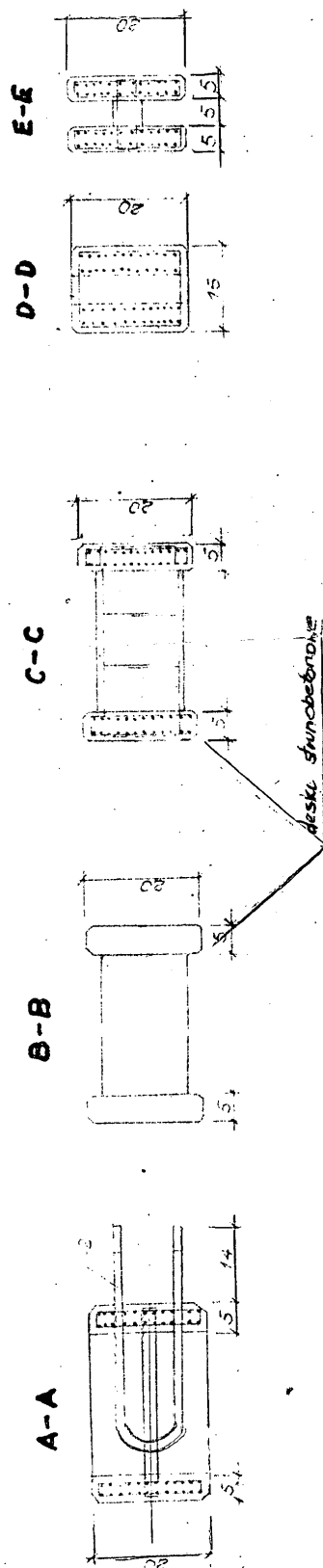
Obciążenie W Wykres momentów



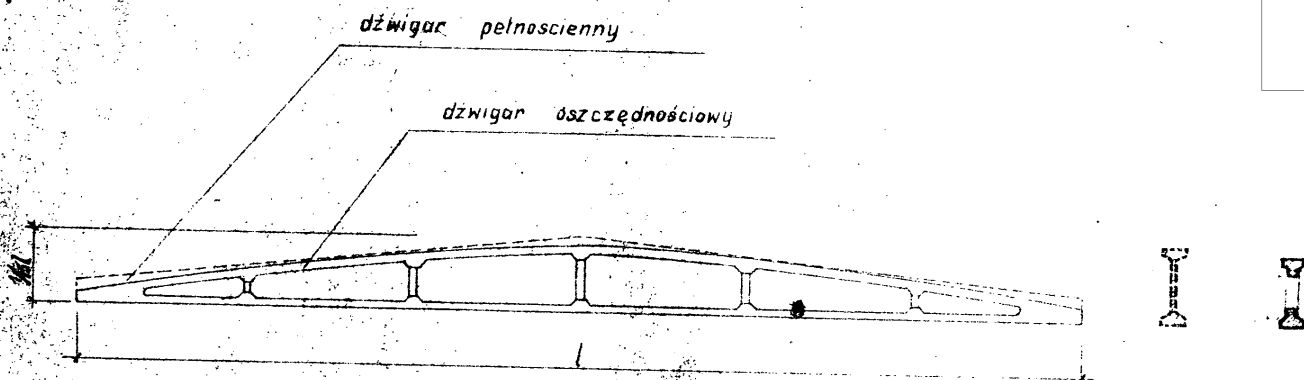
Ciezar masztu ~ 250 kg/mb
Łącznie ~ 15t

25X1

Rus. 12



Istota dźwiga kablobetonowego oszczędnościowego.



Rys. 2.

Rys. 3.

Przekrój-F.

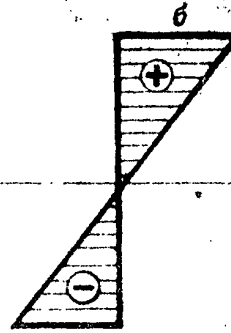


Wykres naprężeń przy ściskaniu osiowym.



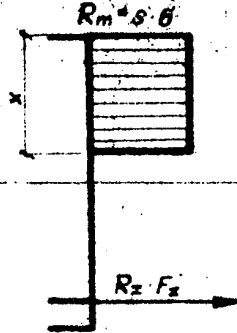
$$N_1 = F \cdot b$$

Wykres naprężeń przy zginaniu.



$$N_2 = \frac{1}{2} F \cdot b$$

Wykres naprężeń przy zginaniu.



$$N_3 \leq \frac{1}{2} F \cdot b; \quad x \leq 0.5h$$

Praktycznie $N \approx \frac{1}{2} F$

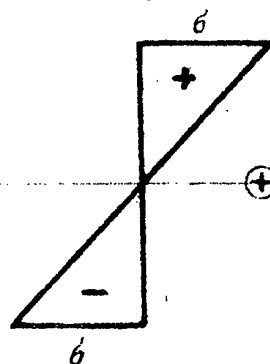
naprężenia dopuszczalne - σ
nośność materiału - N
 $N_1 = 2 N_2$

Rys 1.

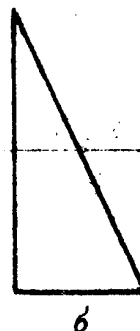
Przekrój



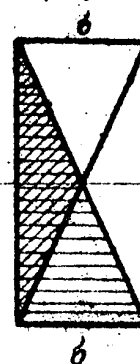
Naprężenie od obciążenia



Naprężenie od sprężenia.

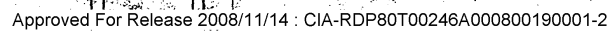


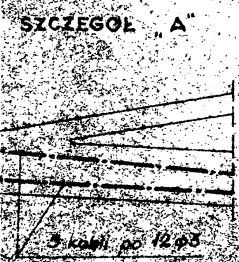
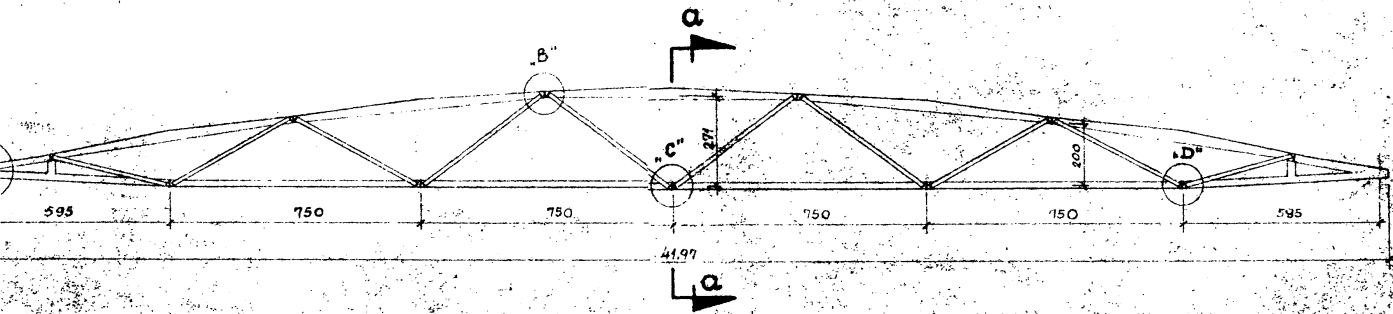
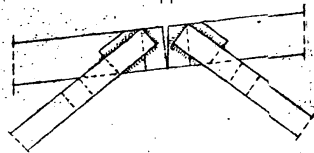
Sumowanie naprężeń.



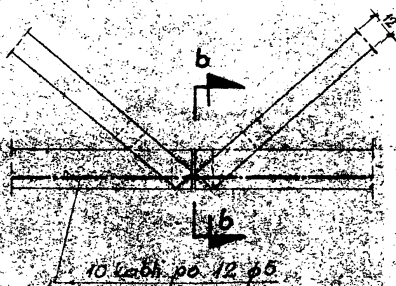
25X1

Rys. 2.

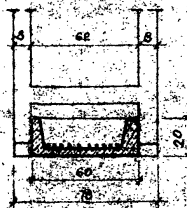




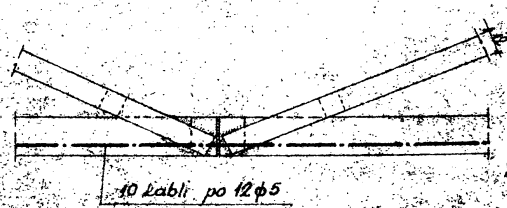
SZCZEGÓŁ „C”



b-b



SZCZEGÓŁ „D”



ZESTAWIENIE

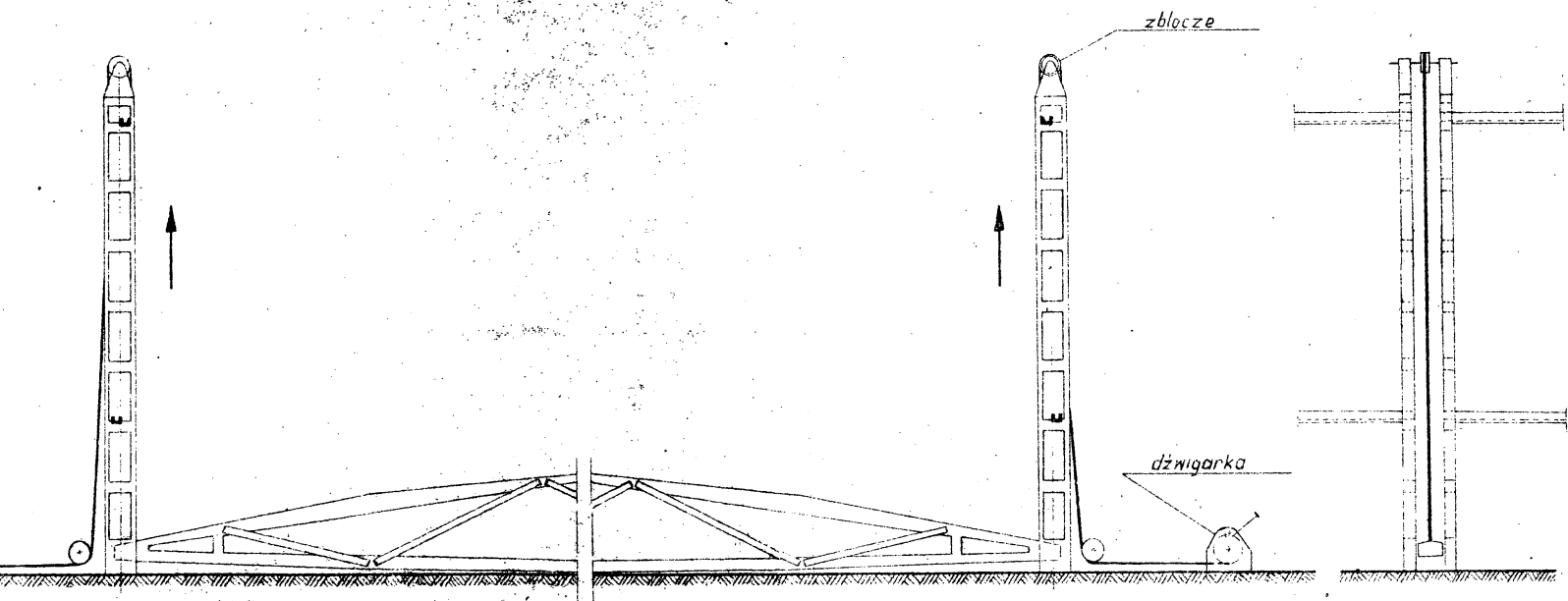
Approved For Release 2008/11/14 : CIA-RDP80T00246A000800190001-2

ŚCIOWYCH

MONOLITYCZNYCH, ORAZ SKŁADANYCH 18, 21 i 24 m.

LP.	SYMBOL	S C H E M A T	CIĘŻAR kg	WSKAŹNIKI w kg/m ² POW.			
				ZUŻYCIE BETONU cm ³ (BEZ NADDET.)	ZUŻYCIE STALI		
					ZWYKŁYJ 2500	WYSOK. 15000	RAZEM
1	KBO 15		2600	1,15	1,72	0,93	2,65
2	KBO 18		3600	1,35	2,02	1,33	3,35
	KBOS 18		3800	1,40	2,80	1,33	4,13
3	KBO 21		6000	1,90	1,78	1,51	3,29
	KBOS 21		6400	2,03	2,87	1,51	4,38
4	KBO 24		8000	2,30	1,67	1,85	3,47
	KBOS 24		8500	2,38	3,47	1,85	5,32
5	KBS 30		10400	2,31	2,55	1,87	4,42
ŚREDNIO w KBO (18,21,24) monolitycznych			—	~19cm	~18kg/m ²	1,5 kg/m ²	3,3 kg
KBOS (18,21,24) składanych			—	~20cm	20kg/m ²	1,5 kg/m ²	4,5 kg

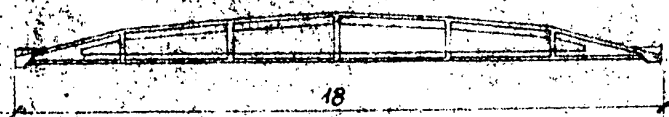
Schemat montażu dźwigarów



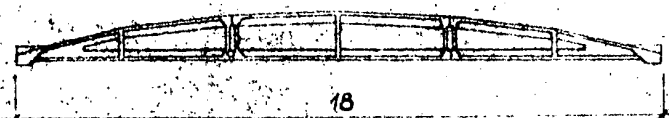
*Dźwigary kablowe o sterachnościach
monolityczne i składane*



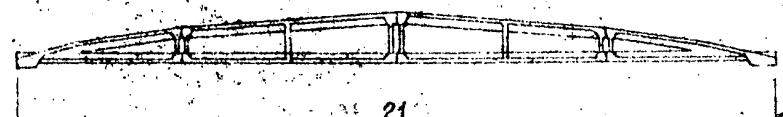
KB05/15 z jednego elementu



KB05/18 z jednego elementu



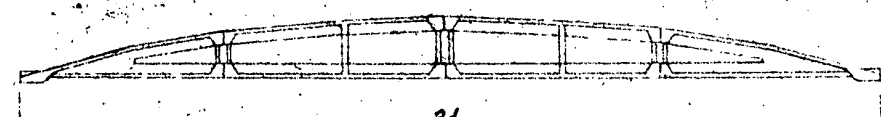
KB05/18 składany



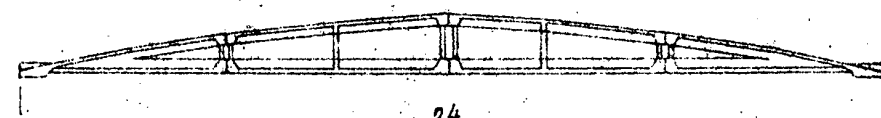
KB05/21 składany



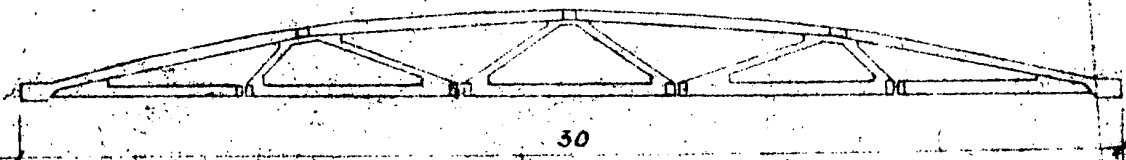
KBLS/21 składany



KB05/24 składany



KBLS/24 składany



*KB5/30
składany
kratowy*

SCHEMATY DZWIGARÓW OSZCZĘDNOŚCIOWYCH SKŁADANYCH Z SEGMENTÓW

